



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004108645/28, 23.03.2004

(24) Дата начала действия патента: 23.03.2004

(45) Опубликовано: 27.08.2005 Бюл. № 24

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2143711 C1, 27.12.1999. RU 2189057 C2, 10.09.2002. RU 2222818 C1, 27.01.2004. US 6373066 B1, 16.04.2002. US 3786253 A, 15.01.1974.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, УГТУ-УПИ, Центр
интеллектуальной собственности, Т.В. Маркс

(72) Автор(ы):

Шульгин Б.В. (RU),
Райков Д.В. (RU),
Арбузов В.И. (RU),
Ивановских К.В. (RU),
Викторов Л.В. (RU),
Черепанов А.Н. (RU),
Андреев В.С. (RU),
Петров В.Л. (RU),
Кружалов А.В. (RU),
Соколкин В.В. (RU)

(73) Патентообладатель(ли):

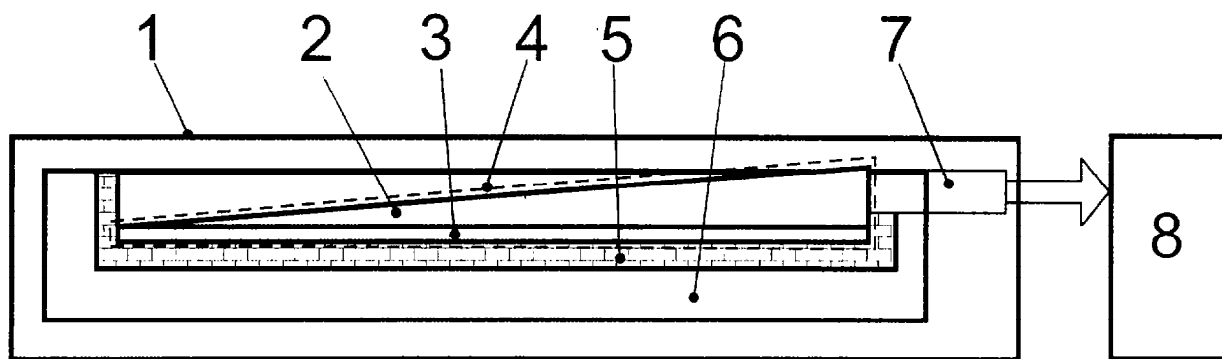
ГОУ ВПО Уральский государственный
технический университет-УПИ (RU)

(54) СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ ДЕТЕКТОР БЫСТРЫХ И ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области дозиметрии быстрых и тепловых нейтронов и гамма-излучения. Оно пригодно для использования в комплексах и системах радиационного контроля, предназначенных для обнаружения делящихся материалов (урана, плутония, калифорния и изделий из них). Технический результат изобретения: обеспечение регистрации как быстрых, так и тепловых нейтронов с повышенной эффективностью. Сущность: детектор состоит из датчика и блока электронной обработки сигналов. Датчик содержит два размещенных в едином корпусе сцинтиллятора, выполненных в виде пластин с плоскопараллельными соприкасающимися гранями, находящимися в оптическом контакте. Первый - пластиковый - сцинтиллятор изготовлен в виде клина из органического водородсодержащего вещества,

избирательно чувствительного к быстрым нейтронам, которые за счет протонов отдачи вызывают в нем световые вспышки, и служит для регистрации быстрых нейтронов. Второй сцинтиллятор - стеклянный (на основе ⁶Li-силикатного стекла) - предназначен для регистрации тепловых нейтронов. Оба сцинтиллятора снабжены световозвращающей пленкой и образуют единый сенсорный сцинтиблок, оборудованный свинцовым коллиматором и размещенный вместе с последним в полиэтиленовом пенале-накопителе. Датчик содержит также фотоэлектронный умножитель, устанавливаемый с торца пластикового сцинтиллятора, сигналы с которого поступают на блок электронной обработки сигналов, обеспечивающий подсчет числа импульсов, вызванных сцинтилляциями, возникающими в обоих сцинтилляторах. 1 ил.



RU 2 2 5 9 5 7 3 C 1

RU 2 2 5 9 5 7 3 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2004108645/28, 23.03.2004**

(24) Effective date for property rights: **23.03.2004**

(45) Date of publication: **27.08.2005 Bull. 24**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, UGTU-UPI, Tsentr
intellektual'noj sobstvennosti, T.V. Marks**

(72) Inventor(s):

**Shul'gin B.V. (RU),
Rajkov D.V. (RU),
Arbuzov V.I. (RU),
Ivanovskikh K.V. (RU),
Viktorov L.V. (RU),
Cherepanov A.N. (RU),
Andreev V.S. (RU),
Petrov V.L. (RU),
Kruzhalov A.V. (RU),
Sokolkin V.V. (RU)**

(73) Proprietor(s):

**GOU VPO Ural'skij gosudarstvennyj
tehnicheskij universitet-UPI (RU)**

(54) SCINTILLATION DETECTOR FOR FAST AND THERMAL NEUTRONS

(57) Abstract:

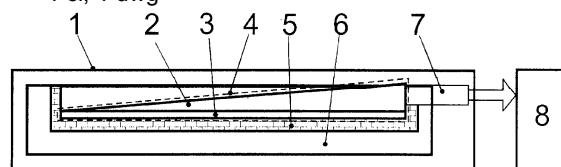
FIELD: dosimetry of fast and thermal neutrons and gamma radiation.

SUBSTANCE: proposed scintillation detector is intended for using in the radiation monitoring systems for fissile material detection (uranium, plutonium, californium and articles from them). The scintillation detector consists of transducer and unit for electron processing of signals. The transducer consists of two scintillators, fulfilled in the form of plates with plane-parallel and touched faces, being in the optical contact. The scintillators are located in the single case. The first (plastic) scintillator is fabricated in the form of a wedge from organic hydrogen-containing material, selectively sensitive to fast neutrons, which causes the light scintillations owing to recoil protons. This scintillators is intended for fast neutron detection. The second (glass) scintillator is fabricated from the 6Li silicate glass and is

intended for thermal neutron detection. Both scintillators are equipped with light-resetting film and forms a single sensory scintiunit. The scintiunit is equipped with a lead collimator and is located together with the last in a polyethylene box-storage. The transducer has also a photoelectric multiplier, installed at the end face of the plastic scintillator. The photoelectric multiplier signals are applied at the unit of electron signal processing. This unit ensures counting of the number of pulses, induced by scintillations in both scintillators.

EFFECT: increased efficiency of detection of both fast neutrons, and thermal ones.

1 cl, 1 dwg



Изобретение относится к области дозиметрии быстрых и тепловых нейтронов и гамма-излучения. Оно пригодно для использования в комплексах и системах радиационного контроля, предназначенных для обнаружения делящихся материалов (урана, плутония, калифорния и изделий из них), для радиационного обследования ядерных субмарин, подлежащих разборке, для решения задач Госатомнадзора, таможенного контроля, для служб дозиметрической и ядерной безопасности предприятий по переработке ядерного горючего.

Известен селективный детектор нейтронов (Селективный детектор нейтронов. Патент США N 3688118, G 01 T 1/00, 1/20, 1972). Он содержит электронный блок информации и два датчика, один из которых чувствителен к заряженным частицам и нейтронам, а другой - только к заряженным частицам. Число регистрируемых нейтронов определяется разностным сигналом с датчиков, выделяемым с помощью электронного блока. Однако для датчика, чувствительного одновременно к заряженным частицам и нейтронам, эффективность регистрации нейтронов не может быть высокой. Известный детектор нейтронов не пригоден для одновременной регистрации быстрых и тепловых нейтронов.

Известен детектор нескольких излучений (Детектор нескольких излучений. Заявка ЕВП (EP) N 0311503, G 01 T 1/00, 1/20, 1989). Детектор включает два сцинтилляционных датчика с зеленым и красным свечением, один из которых чувствителен к высокоэнергетическому излучению, а другой - к низкоэнергетическому, а также оптоэлектронный блок регистрации, выделяющий сигналы от датчиков с помощью светофильтров (зеленого и красного) и регистрирующий их с помощью фотодиодов. Такой детектор имеет ограниченное применение. Он не пригоден для регистрации быстрых и тепловых нейтронов одновременно.

Известен сцинтилляционный детектор СПС-Т4А (Пластмассовый сцинтилляционный детектор СПС-Т4А. Сухуми. Рекламный листок Сухумского физико-технического института, 1990). Датчик детектора представляет собой пластмассовый сцинтилляционный детектор СПС-Т4А, предназначенный для регистрации быстрых нейтронов. Детектор имеет следующие характеристики: длительность сцинтимпульса, создаваемого нейтроном, - 8,5 нс; световой выход (УЕСВ по ГОСТ 23077-78) при возбуждении электронами с энергией 662 кэВ - 0,29; максимум спектра люминесценции 490 нм, диаметр и высота до 50 мм. Однако такой детектор не пригоден для одновременной регистрации быстрых и тепловых нейтронов.

Известен детектор надтепловых нейтронов (Детектор надтепловых нейтронов. Патент США N 42412536 G 01 T 3/00, 1980). Детектор содержит датчик тепловых нейтронов - ^3He -счетчик; защиту от тепловых нейтронов, окружающую этот датчик; замедлитель надтепловых нейтронов, которые проникают через защиту, с тем чтобы эти нейтроны легче поглощались ^3He -счетчиком. Толщина замедлителя и отношение диаметра счетчика к внешнему диаметру замедлителя таковы, что максимальная скорость счета, которую можно получить, достигается тогда, когда счетчик полностью заполняет внутренний диаметр защиты от тепловых нейтронов. Однако чувствительность детектора не высока, поскольку известный детектор непосредственно регистрирует только тепловые нейтроны, он не пригоден для одновременной регистрации быстрых и тепловых нейтронов.

Известен детектор для измерения нейтронов и гамма-лучей (Патент США №4482808, G 01 T 3/06, 1984). Детектор содержит датчик, в частности сцинтилляционный однокристалльный датчик, чувствительный одновременно к нейтронам и гамма-лучам, и блок электронной обработки сигналов, включающий в себя электронную схему селекции для разделения сигналов (импульсов), генерируемых нейтронами и гамма-лучами. Однако любой однокристалльный датчик не является оптимальным для одновременной регистрации быстрых и тепловых нейтронов. Описываемый детектор не обладает функциональными возможностями, необходимыми для одновременной регистрации быстрых и тепловых нейтронов.

Известен детектор для регистрации ионизирующего излучения (Детектор для регистрации ионизирующего излучения. Патент РФ №2088952. Бюл. №24. 27.08.1997).

Известный детектор содержит датчик и блок электронной обработки сигналов. Датчик состоит из последовательно соединенных сцинтилляционного кристалла $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$, чувствительного к протонному, рентгеновскому, а также α -, β -, γ -излучениям, и световода, изготовленного из органического сцинтиллирующего вещества на основе стильбена или пластмассы $(\text{CH})_n$, чувствительного к быстрым нейтронам, а также фотоэлектронного умножителя, преобразующего световые вспышки (сцинтилляции) в электрические сигналы. Блок электронной обработки сигналов включает в себя схему временной селекции сцинтимпульсов, поступающих в него как от α -, β -, γ -сцинтиллятора $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ (длительностью 300 нс), так и от сцинтиллирующего под действием быстрых нейтронов световода (с длительностью сцинтилляций 5-7 нс). Однако данный детектор, будучи чувствительным к быстрым нейтронам, не чувствителен к тепловым нейтронам и не пригоден для их регистрации.

Известен сцинтилляционный детектор нейтронов и гамма-излучения (Сцинтилляционный детектор нейтронного и гамма-излучения. Патент РФ №2189057. Бюл. №25. 10.09.2002). Детектор содержит пластиковый сцинтиллятор, (n, α, γ) -конвертор из карбида или нитрида бора и сцинтилляционный кристалл NaI-Tl . Однако такой детектор имеет целый ряд недостатков:

- эффективность фотосбора сцинтилляций, возникающих в пластике от быстрых нейтронов, невысока, поскольку пластик соприкасается с фотоприемником (ФЭУ) не всей плоскостью, а только по периферийному кольцу. Площадь соприкосновения пластика с окном ФЭУ составляет 30-40% от площади окна, поэтому эффективность фотосъема не превышает 30-40% от фотосбора в режиме, когда сцинтиллятор соприкасается с ФЭУ всем своим рабочим торцом. Чехол из карбида или нитрида бора является светонепроницаемым и часть сцинтилляций от пластика в нем теряется;

- стойкость к удару такого детектора понижена из-за высокой гигроскопичности сцинтилляционного кристалла NaI-Tl и повышенных требований к его герметизации;

- блок обработки сигналов известного детектора оказывается сложным из-за необходимости регистрации и обработки 4-х групп сигналов, различающихся по длительности и амплитуде.

Таким образом, известный детектор (по патенту РФ №2189057) не пригоден для эффективной одновременной регистрации быстрых и тепловых нейтронов.

Наиболее близким к заявляемому является детектор на основе пластика и ^6Li -силикатного стекла (Детектор для регистрации ионизирующего излучения. Патент РФ №2143711. Бюл. №36. 29.12.1999). Известный детектор содержит датчик и блок электронной обработки сигналов. В состав датчика входят помещенные в единый корпус фотоэлектронный умножитель и три параллельно-последовательно соединенных сцинтиллятора: 1). внешний нейтронный сцинтиллятор, выполненный из чувствительного к быстрым нейтронам органического водородсодержащего вещества на основе пластмассы $(\text{CH})_n$ или стильбена (сцинтиллятор с колодцем); 2). размещенный в колодце внешнего сцинтиллятора сцинтилляционный кристалл NaI-Tl в стандартном контейнере, чувствительный к гамма-излучению; 3). чувствительный к тепловым нейтронам внутренний сцинтиллятор на основе активированного церием ^6Li -силикатного стекла. Блок электронной обработки сигналов включает схему временной селекции сцинтимпульсов от нейтроно-чувствительных сцинтилляторов и от гамма-чувствительного сцинтиллятора, а также спектрометрический анализатор для обработки сцинтимпульсов от сцинтилляционного кристалла NaI-Tl . Однако известный детектор имеет целый ряд недостатков:

- эффективность фотосбора сигналов от быстрых нейтронов, возникающих в пластике $(\text{CH})_n$, невысока из-за того, что сигналы, во-первых, поступают на фотоприемник (ФЭУ) только по периферийному кольцу, обеспечивая фотосъем сцинтилляций на уровне до 30-40% вследствие того, что кристалл NaI-Tl находится в непрозрачном корпусе и экранирует часть светового потока, возникающего в пластике, а во-вторых, вследствие того, что излучение быстрого пластикового сцинтиллятора не непосредственно попадает

на ФЭУ, а поступает на него через стекло и частично поглощается в этом стекле, имеющем границу пропускания 350-380 нм, в итоге может быть потеряно до 32-43% полезной информации;

- пониженная стойкость к ударным нагрузкам, поскольку детектор содержит
5 сцинтилляционный кристалл NaI-Tl, отличающийся высокой гигроскопичностью, что повышает требования к герметизации. Таким образом, известный детектор не может обеспечить эффективную регистрацию быстрых и тепловых нейтронов.

Предлагаемое нами устройство обеспечивает регистрацию с повышенной эффективностью как быстрых, так и тепловых нейтронов. Блок-схема заявляемого
10 устройства приведена на чертеже. Заявленное устройство - сцинтилляционный детектор быстрых и тепловых нейтронов - состоит из датчика и блока электронной обработки сигналов. В едином корпусе датчика 1 размещены два сцинтиллятора, выполненных в виде пластин с плоскопараллельными соприкасающимися гранями, находящимися в оптическом контакте: верхний - пластиковый - сцинтиллятор 2 из органического водородсодержащего
15 вещества, имеющий форму клина и предназначенный для регистрации быстрых нейтронов; и нижний стеклянный (на основе ${}^6\text{Li}$ -силикатного стекла) сцинтиллятор 3, имеющий форму параллелепипеда и предназначенный для регистрации тепловых нейтронов. Сцинтилляторы 2 и 3, обернутые световозвращающей пленкой 4, образуют единый сенсорный сцинтиблок, который снабжен свинцовым коллиматором 5 и размещен вместе с
20 ним в дополнительном полиэтиленовом (без крышки) пенале-накопителе 6, играющем роль накопителя тепловых нейтронов. Датчик содержит также фотоэлектронный умножитель 7, устанавливаемый с торца пластикового сцинтиллятора 2, сигналы с которого поступают на блок электронной обработки сигналов 8, обеспечивающий подсчет числа импульсов, вызванных сцинтилляциями, возникающими в сцинтилляторах 2 и 3.

Сущность изобретения заключается в том, что верхний пластиковый сцинтиллятор 2 (выполненный из водородсодержащего вещества, избирательно чувствительного к
25 быстрым нейтронам, которые создают в нем за счет протонов отдачи световые вспышки) одновременно является не только замедлителем быстрых нейтронов до уровня тепловых (которые регистрируются затем нижним ${}^6\text{Li}$ -содержащим стеклянным сцинтиллятором 3), но и световодом, обеспечивающим почти 100%-ный светосбор сцинтилляций, возникающих в
30 стеклянном сцинтилляторе, и перенос света через пластик на фотоприемник (ФЭУ). Клинообразная форма пластикового сцинтиллятора снижает потери при светосборе и обеспечивает более эффективное поступление сцинтилляций на фотокатод ФЭУ. Кроме того, клинообразная форма сцинтиллятора 2 обеспечивает замедление не только быстрых
35 нейтронов, но и нейтронов промежуточных энергий до тепловых энергий. Световозвращающая пленка 4 применена для повышения светосбора и светозащищенности устройства. Для эффективного замедления части первичных быстрых нейтронов, прошедших через сцинтилляторы 2 и 3, используют полиэтиленовый пенал-накопитель 6, который из быстрых и промежуточных нейтронов формирует так называемую
40 «нейтронную баню» тепловых нейтронов, значительная часть которых поступает из пенала-накопителя 6 назад в ${}^6\text{Li}$ -стеклянный детектор 3.

Устройство - сцинтилляционный детектор быстрых и тепловых нейтронов - в полях нейтронного излучения, создаваемых, в частности, делящимися материалами (ДМ) и
45 изделиями из них, работает следующим образом. Излучение в виде нейтронов спектра деления с энергией в диапазоне 0,025 эВ - 14 МэВ поступает через корпус 1 детектора в пластиковый сцинтиллятор 2. Быстрые нейтроны, создавая в пластиковом сцинтилляторе 2 протоны отдачи (ядра водорода, выбитые из регулярных мест водородсодержащего вещества), вызывают в нем световые вспышки-сцинтилляции, обладающие максимумом спектра свечения при 420-440 нм и длительностью 4-8 нс, которые регистрируются
50 фотоэлектронным умножителем 7. Проходя через пластиковый сцинтиллятор 2, значительная часть быстрых нейтронов успевает замедлиться до тепловых энергий и, попадая в стеклянный сцинтиллятор, регистрируется им. Тепловые нейтроны в стеклянном сцинтилляторе 3 регистрируются благодаря реакции ${}^6\text{Li}(n,\alpha)\text{T}$, продукты которой вызывают

сцинтилляции с максимумом спектра свечения при 390-400 нм и длительностью 60-80 нс. Световые вспышки от стеклянного сцинтиллятора 3 возвращаются через оптический контакт практически без потерь назад в пластиковый сцинтиллятор 2 (играющий одновременно роль световода, хорошо пропускающего излучение с длиной волны 390-400 нм) и далее по нему поступают на ФЭУ и регистрируются им. За счет своей клинообразной формы верхний пластиковый сцинтиллятор-замедлитель в области малых толщин позволяет замедлять до тепловых энергий и промежуточные нейтроны. В противном случае, если бы он не имел клиновидную форму, а был выполнен в виде параллелепипеда, часть промежуточных нейтронов при больших толщинах пластика просто бы поглощалась пластиком и не регистрировалась бы детектором. Форма клина определяется спектром энергий регистрируемых нейтронов.

Световозвращающая пленка 4 предназначена для увеличения светособирания световых вспышек (сцинтилляций) как в пластиковом сцинтилляторе 2, так и в стеклянном сцинтилляторе 3, тем самым она способствует увеличению эффективности регистрации нейтронов.

Та часть первичных нейтронов, как быстрых, так и промежуточных, которая не замедлилась до тепловых энергий и прошла сквозь пластиковый сцинтиллятор 2 и стеклянный сцинтиллятор 3, не будучи зарегистрированной, попадает в полиэтиленовый пенал-накопитель 6. В пенале-накопителе все нейтроны замедляются до тепловых энергий, образуя в нем так называемую "нейтронную баню". Часть таких тепловых нейтронов теряется из-за поглощения в стенках пенала, однако значительная часть нейтронов из полиэтиленового пенала-накопителя 6 возвращается назад и снова попадает в ${}^6\text{Li}$ -силикатное стекло, где, взаимодействуя с ядрами изотопа ${}^6\text{Li}$ по реакции $\text{Li}(n, \alpha)\text{T}$, вызывает появление альфа-частиц, которые и вызывают сцинтилляции в стекле (также с длительностью 60-80 нс). Их светосбор осуществляется так же, как и для сцинтилляций от первой порции тепловых нейтронов, образовавшихся еще в пластике и попавших на прямом пути в стеклянный сцинтиллятор (то есть через оптический контакт стекла с пластиком и через пластиковый сцинтиллятор 2, используемый как световод) на фотокатод ФЭУ 7. Далее сигналы с ФЭУ поступают в блок электронной обработки сигналов 8, работающий в счетном режиме. Последний подсчитывает число импульсов, связанных как с быстрыми (длительность импульсов 4-8 нс), так и с тепловыми нейтронами (длительность импульсов 60-80 нс).

Для уменьшения влияния гамма-фона и обеспечения направленности измерений при решении задач определения местоположения источников излучений применяют коллиматор 5, изготовленный из свинца, толщина стенок которого выбирается достаточной для поглощения значительной части тылового и бокового фоновое гамма-излучения, что существенно увеличивает отношение сигнал/шум. Боковые стенки полиэтиленового пенала служат дополнительным коллиматором при регистрации нейтронов. Они повышают достоверность результатов при определении местоположения нейтронного источника.

Дополнительным преимуществом предлагаемого сцинтилляционного детектора быстрых и тепловых нейтронов является отсутствие особых требований по герметизации сцинтилляционных материалов сцинтиблока, поскольку и пластиковый сцинтиллятор 2, и стеклянный сцинтиллятор 3 (близкий по своим свойствам к кварцевому стеклу) негигроскопичны, что повышает надежность работы детектора и стойкость детектора к ударным нагрузкам.

Дополнительным преимуществом предлагаемого детектора быстрых и тепловых нейтронов является возможность регистрации с его помощью гамма-излучения, сопутствующего нейтронному излучению делящихся материалов и изделий из них. Такая возможность обусловлена достаточно высокой чувствительностью к гамма-излучению как большеобъемного пластикового сцинтиллятора 2, так и стеклянного сцинтиллятора 3. Сцинтилляции, вызываемые в них гамма-излучением, имеют практически те же спектр свечения и длительность, что и сцинтилляции от нейтронов. Они регистрируются блоком электронной обработки сигналов, работающим в счетном режиме, и проявляются как

добавка к скорости счета от нейтронов. Это повышает обнаружительную способность детектора при поиске делящихся материалов, поскольку при этом обеспечивается их обнаружение сразу по двум характерным для них основным признакам, то есть по их нейтронному и гамма-излучению.

- 5 Дополнительным преимуществом конструкции предлагаемого детектора является возможность значительного увеличения длины, ширины и высоты клинообразного пластика, поскольку фотоприемник ФЭУ установлен на его торцевой поверхности.

Формула изобретения

- 10 Сцинтилляционный детектор быстрых и тепловых нейтронов, содержащий датчик, включающий сцинтиллятор на основе органического водородсодержащего пластика, чувствительного к быстрым нейтронам и стеклянный сцинтиллятор на основе ^6Li -
15 силикатного стекла, чувствительного к тепловым нейтронам, и фотоэлектронный умножитель, а также блок электронной обработки сигналов, отличающийся тем, что
сцинтилляторы выполнены в виде пластин с параллельными соприкасающимися гранями,
причем органический сцинтиллятор выполнен в виде клина, а стеклянный в виде
параллелепипеда, образуя единый сенсорный сцинтиблок, снабженный свинцовым
20 коллиматором и размещенный вместе с последним в дополнительном полиэтиленовом пенале-накопителе тепловых нейтронов, а фотоэлектронный умножитель установлен с
торца пластикового сцинтиллятора.

25

30

35

40

45

50



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ИЗВЕЩЕНИЯ К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

(21), (22) Заявка: 2004108645/28, 23.03.2004

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.03.2004

(45) Опубликовано: 27.08.2005

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2143711 C1, 27.12.1999. RU 2189057
C2, 10.09.2002. RU 2222818 C1, 27.01.2004. US
6373066 B1, 16.04.2002. US 3786253 A,
15.01.1974.

Адрес для переписки:
620002, г.Екатеринбург, УГТУ-УПИ, Центр
интеллектуальной собственности, Т.В. Маркс

(72) Автор(ы):

Шульгин Б.В. (RU),
Райков Д.В. (RU),
Арбузов В.И. (RU),
Ивановских К.В. (RU),
Викторов Л.В. (RU),
Черепанов А.Н. (RU),
Андреев В.С. (RU),
Петров В.Л. (RU),
Кружалов А.В. (RU),
Соколкин В.В. (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ГОУ ВПО Уральский государственный
технический университет-УПИ (RU)

(54) СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ ДЕТЕКТОР БЫСТРЫХ И ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ

Опубликовано на CD-ROM: MIMOSA RBI 2005/24D RBI200524D

ММ4А - Досрочное прекращение действия патента СССР или патента Российской Федерации на изобретение
из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

(21) Регистрационный номер заявки: 2004108645

Дата прекращения действия патента: 24.03.2006

Извещение опубликовано: 27.10.2007 БИ: 30/2007